

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-98259
(P2000-98259A)

(43)公開日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード・(参考)

G 0 2 B 21/36

G O 2 B 21/36

2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K 2H052

G 0 2 B 21/18

G 0 2 B 21/18

5 C 0 2 2

H 0 4 N 5/225

H04N 5/225

C

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-268307

(22)出願日 平成10年9月22日(1998.9.22)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 北川 久雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

井理士 鈴江 武彦 (外4名)

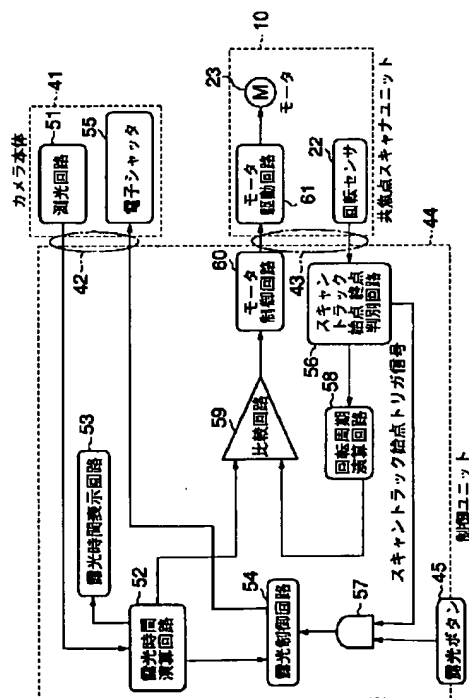
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 共焦点顕微鏡用撮影装置

(57) 【要約】

【課題】ディスクスキャナによる共焦点顕微鏡において、高画質の静止画像を撮影する。

【解決手段】静止画像を撮影するためのカメラ本体41と、このカメラ本体41の露光時間信号を発生する露光時間演算回路52と、ディスクスキャナの回転周期信号を発生する回転センサ22、スキャントラック始点終点判別回路56、回転周期演算回路58と、上記露光時間信号と回転周期信号とを比較する比較回路59と、その比較出力により上記ディスクスキャナのモータ23の回転制御を行なうモータ制御回路60、モータ駆動回路61とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスクスキャナを用いた共焦点顕微鏡において、

静止画像を撮影するための撮影装置と、

この撮影装置の露光時間信号を発生する第1の信号発生回路と、

上記ディスクスキャナの回転周期信号を発生する第2の信号発生回路と、

上記第1及び第2の信号発生回路が発生する露光時間信号と回転周期信号とを比較し、その比較結果により上記ディスクスキャナ、共焦点顕微鏡、撮影装置の少なくとも一つの制御を行なう制御手段とを具備したことを特徴とする共焦点顕微鏡用撮影装置。

【請求項2】 上記制御手段は、上記ディスクスキャナの回転速度を上記撮影装置の露光時間に関連して制御するか否かを切替える切替手段を有することを特徴とする請求項1記載の共焦点顕微鏡用撮影装置。

【請求項3】 上記制御手段は、予め設定された上記ディスクスキャナの回転速度の基準信号と上記回転周期信号とを比較し、その比較結果に応じて上記共焦点顕微鏡及び撮影装置の少なくとも一方の制御を行なうか、あるいは設定変更の操作を促す表示を行なうことを特徴とする請求項1記載の共焦点顕微鏡用撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顕微鏡標本の共焦点画像を撮影する共焦点顕微鏡用撮影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】共焦点顕微鏡は、光軸方向のセクショニング効果や超解像効果など、共焦点効果と呼称される光学性能での改善効果が得られることから、近年、急速に普及が進んでいる。

【0003】この共焦点顕微鏡は、その走査原理及びスキャナ、光学系の基本構成上、レーザビームをガルバノメータミラーや音響光学偏向素子(AOD: Acousto-Optical Deflector)などの光偏向器を用いて走査するシングルビームタイプ(ピンホール固定式/単一ピンホール)と、例えば複数のピンホールを螺旋状のパターンとして配置したニボウディスクを回転させるものを代表とする回転式ディスクスキャナ(以下「ディスクスキャナ」と称する)を用いたマルチビームタイプ(ピンホール可動式/複数ピンホール)の2種類に大別することができる。

【0004】上記後者の回転式ディスクスキャナによる共焦点顕微鏡、特にマイクロレンズ付きのディスクスキャナを用いたマルチビームタイプの共焦点顕微鏡については、「横河のコンフォーカル顕微鏡」(日本工業出版「光アライアンス」第7巻第12号)、「ニボウ板型共焦点蛍光顕微鏡」(日本工業出版「光アライアンス」第8巻第10号)に詳述されており、その最も大きな特徴

は、裸眼による直接観察や写真撮影が可能である点、及びカラー画像の観察、撮影が可能である点にある。

【0005】このため、工業用途、特にICなどの半導体検査用途には目視検査用を主目的としたディスクスキャナによるマルチビームタイプの共焦点顕微鏡が普及している。

【0006】一方、例えば蛍光染色した生物細胞を高画質で観察して静止画像を撮影するような要求の強い医学、生物学的な研究用途においては、依然シングルビームタイプの共焦点顕微鏡の方が多く普及している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】近年、上述した文献に示す如く、蛍光観察に好適なマイクロレンズ付きのディスクスキャナを用いたマルチビームタイプの共焦点顕微鏡が出現し、医学、生物学的な研究用途にも使われるようになってきた。

【0008】しかしながら、その用途は、CaイオンやpHなどの蛍光指示薬を注入した生細胞の動態観察をビデオレートあるいはそれ以上の速さでリアルタイムに観察するものに限定される傾向にある。

【0009】この理由としては、ディスクスキャナを用いた共焦点顕微鏡のメーカーの数が少なく、商品のバリエーションが広がっていないことや、装置価格対性能のバランスが悪く、C/P(：コストパフォーマンス)が低い、などのマーケティング的な要因もあるが、そもそも現行のディスクスキャナが、ビデオカメラなどのリアルタイム性のある動画像撮影装置との組み合わせ動作を念頭に設計されているということも見逃せない。

【0010】例えば、特開平9-80315号公報においては、図6に示すようにニボウディスク120の回転をフォトダイオード121で検出し、電流電圧変換回路122及び電圧比較回路123を用いて撮像装置125へのトリガ信号を生成し、スキャン同期と撮像周期との同期をとることにより、スキャンむらを解消し、明暗の縞のない撮像画面を得るようにしたものが記載されている。

【0011】しかしながら、ここで想定している撮像装置125は、CCDを用いたビデオカメラのように一定周期、例えば1/30秒で撮影動作を連続的に行なう撮像装置であり、静止画像を撮影するような使用条件、特に標本の明るさに応じて露光時間が百分の数秒乃至数十秒の単位の広範囲で変化するような撮影の用途は考慮されていない。

【0012】また、特開平9-297267号公報においては、図7に示すようにビデオ撮影装置のCCDカメラ201からのビデオ信号(NTSC信号)から垂直同期信号を抽出(202)し、その周波数を選倍(203)してディスクスキャナ駆動用のモータ駆動回路204に制御信号を供給することによって、モータ205の回転数をNTSC信号に基づいて制御し、スキャナむら

がなく縞のない画像の得られるモータ制御装置を実現することが記載されている。

【0013】しかしながら、ここでも撮像装置はNTSC信号を用いるCCDカメラ201に限定されており、上述したような露光時間が広い範囲で変化するような静止画像を撮影する用途はまったく考慮されていない。

【0014】以上に説明したように従来のディスクスキャナは、CCDカメラ201を撮像装置として想定しているため、スキャナの回転速度はビデオレート（約30Hz）相当の毎秒約30回転、回転周期は約1/30秒（約0.033秒）付近に設定されている。また、CCDカメラ201と同期しながら回転速度を微調整することは考慮されているが、回転速度を広い範囲に変化させることは考慮されていない。

【0015】ここで、通常の顕微鏡写真撮影における使用条件と同じように、標本の明るさによって露光時間が百分の数秒乃至数十秒の単位の幅広い範囲で変化する条件下での問題について説明する。

【0016】露光時間が例えば0.01秒（1/100秒）のとき、上記ディスクスキャナがビデオレート（約30Hz）相当の毎秒約30回転で回転するものとする、露光時間内にスキャナは約0.3回転しかしない。一方、露光時間が10秒のときは、露光時間内にスキャナは約300回転する。このため、露光時間が上記の幅広い範囲で変化する場合には、露光時間によって画像を得る間のスキャナ回転数が大きく異なることになる。

【0017】ここで、上記の各公報の従来技術で問題にしているディスクスキャナ上のピンホールの配列のムラによる縞などの画像ノイズは、スキャナ上の走査パターン（スキャントラック）の走査回数を増やすこと、すなわち、1画面を撮影する露光時間内のスキャナの回転総数を増やすことによって、ノイズの積算、消去効果が期待される性質のものである。

【0018】このため、標本が明るく露光時間の短い条件下では、露光時間内のディスクの回転総数が少なくなるにつれて、ノイズの積算、消去効果が減少し、ピンホールパターンの縞による画像ノイズが目立つようになり、高画質の静止画像を得ることが困難になる。

【0019】特に、露光時間が0.01秒（1/100秒）しかない場合にはその露光時間内にスキャナが約0.3回転しかしないため、ディスクの回転数が1回転未満の半端数となり、もし露光開始のタイミングをディスクスキャナのスキャントラックの始点に一致させたとしても、露光終了のタイミングはスキャントラックの終点と一致しなくなる。

【0020】仮に、スキャントラックの始点及び終点がディスク1回転に対して複数箇所、例えば回転角30度毎に設けられ（1回転当たり12個のスキャントラック）、露光時間が0.0833秒（1/12秒）のときにスキャントラックの終点と露光終了のタイミングが偶

然一致するようになっていたとしても、その状態から標本の明るさが少し変化して露光時間が変化すれば、たちまちスキャントラックの終点と露光終了のタイミングにずれを生じるようになることは明白である。

【0021】すなわち、従来技術においては、ディスクスキャナを用いたマルチビームタイプの共焦点顕微鏡における静止画撮影において標本の明るさに応じて露光時間が変化する場合、スキャントラックの始点、終点と露光の開始、終了のタイミングを常に一致させることは不可能である。特に、露光時間が短い条件では、スキャントラックの走査回数が少なくなると同時に露光開始、終了のタイミングとスキャントラックの始点、終点がずれることになり、ピンホール配列のムラによる縞などの画像ノイズが重畳しやすくなるので、その結果として高画質の静止画像を得ることができないという不具合があった。

【0022】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ディスクスキャナによる共焦点顕微鏡において、高画質の静止画像を撮影することのできる共焦点顕微鏡用撮影装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、ディスクスキャナを用いた共焦点顕微鏡における、静止画像を撮影するための撮影装置と、この撮影装置の露光時間信号を発生する第1の信号発生回路と、上記ディスクスキャナの回転周期信号を発生する第2の信号発生回路と、上記第1及び第2の信号発生回路が発生する露光時間信号と回転周期信号とを比較し、その比較結果により上記ディスクスキャナ、共焦点顕微鏡、撮影装置の少なくとも一つの制御を行なう制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0024】このような構成とすれば、標本の明るさによって露光時間が変化することがあっても、露光時間内のディスクの回転総数を一定に保つように制御することにより、露光の開始、終了のタイミングとディスク回転位置との同期を合わせ、露光の開始、終了時のディスクパターンの位置をスキャントラックパターンの始点、終点に保つことができるので、ピンホールパターンによる縞状のノイズの発生を抑制し、高画質の静止画撮影が可能となる。

【0025】請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明において、上記制御手段は、上記ディスクスキャナの回転速度を上記撮影装置の露光時間に関連して制御するか否かを切換える切換手段を有することを特徴とする。

【0026】このような構成とすれば、上記請求項1記載の発明の作用に加えて、撮影装置の露光状態や撮影、観察光路の切換え状態など、写真撮影、目視観察、ビデオ撮影など、ユーザの使用条件に応じて最適なディスク

スキヤナの回転制御を行なうことができる。

【0027】請求項3記載の発明は、上記請求項1記載の発明において、上記制御手段は、予め設定された上記ディスクスキヤナの回転速度の基準信号と上記回転周期信号とを比較し、その比較結果に応じて上記共焦点顕微鏡及び撮影装置の少なくとも一方の制御を行なうか、あるいは設定変更の操作を促す表示を行なうことを特徴とする。

【0028】このような構成とすれば、上記請求項1記載の発明の作用に加えて、ディスクスキヤナの回転速度がリミット値を超える場合には共焦点顕微鏡及び撮影装置の少なくとも一方の設定を変更してディスクスキヤナの回転速度がリミット値を超えないように制御しながら、露光時間と回転周期の関係を維持し続けることができる。

【0029】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)以下本発明を正立型顕微鏡及び写真撮影装置を含む共焦点顕微鏡撮影装置に適用した場合の第1の実施の形態について説明する。

【0030】図1はその光学系の構成を示すもので、全体として写真撮影装置、共焦点スキヤナユニット10、及び顕微鏡の3つからなる。顕微鏡は、撮影光路をもった三眼鏡筒32を備えた正立型の顕微鏡であり、図中ではステージ31の上面から上側の観察光学系のみを示している。

【0031】写真撮影装置は、カメラ本体41と制御ユニット44とからなり、カメラ本体41と上記制御ユニット44とがケーブル42により、また制御ユニット44と共焦点スキヤナユニット10とがケーブル43にそれぞれ双方向に接続されている。

【0032】三眼鏡筒32には、30度プリズム4と円筒プリズム7が図示しないスライダ上で光路に対して選択的に交換可能に配置されており、30度プリズム4が光路に挿入されているときは、接眼レンズ6による肉眼観察が可能であり、ステージ31下部の図示しない透過照明光源からの照明光による透過観察、または、オブションとして落射投光管34を用いての落射蛍光観察が可能であり、通常の顕微鏡として使用できる。

【0033】また、円筒プリズム7が光路に挿入されているときは、三眼鏡筒32の直筒部上方の共焦点スキヤナユニット10内に形成される像面8とステージ31上に載置された標本1とを共役につなぐ光路が形成され、共焦点ユニット10による共焦点画像の肉眼観察または写真撮影が可能となる。

【0034】共焦点スキヤナユニット10は、マイクロレンズ付き回転式ディスクスキヤナを備えており、上記三眼鏡筒32の直筒部上方に撮像素子取付けマウント33を介して装着されている。

【0035】この共焦点スキヤナユニット10には図示

しないレーザファイバを介して、振動や熱などの伝達を防ぐためにこの顕微鏡が載置されたテーブルから離して床上に配置したレーザ光源と接続されて、該光源からレーザ光を導入している。

【0036】共焦点ユニット10に導入されたレーザ光は、図示しないコリメータレンズによって平行光にされた後、マイクロレンズアレイの形成された集光ディスク12へ入射する。

【0037】なお、集光ディスク12上のマイクロレンズの形成パターンと、この集光ディスク12と同軸的に配置されたピンホールディスク11上のピンホールのパターンは、半導体プロセスを利用して製作されて同一性が確保されており、さらにこれら2つのディスク11、12を連結シャフト24で連結する製造工程において予め両パターンが一致するようにアライメント調整されている。

【0038】このため、集光ディスク12上に設けられた複数のマイクロレンズによって集光されたレーザ光は、ピンホールディスク11上で対応する複数のピンホールを通過する。

【0039】ここで、ピンホールディスク11の位置は、像面8の位置に一致するように配置されており、ピンホールを通過した光は、円筒プリズム7、結像レンズ3、及び対物変換レボルバ35に装着された対物レンズ2を経て、試料1の共焦点位置上に集光する。

【0040】この試料1の細胞には予め蛍光指示薬が注入されており、上記照射されたレーザ光によって励起されて蛍光を発する。試料1より出た蛍光は、対物レンズ2、結像レンズ3、円筒プリズム7を廻り、ピンホールディスク11のピンホールへと戻ってきて共焦点光路を形成する。ここで、連結されたピンホールディスク11と集光ディスク12とをモータ23で回転駆動することにより、走査共焦点画像を得ることができる。

【0041】試料1の側からピンホールディスク11を通過した蛍光は、ピンホールディスク11と集光ディスク12間の空間の光路上に配置されたダイクロイックミラー13によって反射され、レーザ光路から分離されて図面左方へと偏向され、ミラー14及びミラー16でそれぞれ反射されて図面右方向へと偏向される。

【0042】ここで、ミラー17は挿脱可能に配置されるものであり、ミラー17を光路から抜き出した状態では、リレーレンズ15、19によって像面20に再結像された共焦点画像を接眼レンズ21を用いて肉眼で目視観察することができる。

【0043】一方、ミラー17を光路上に挿入した状態では、光路は図面の上方へと反射され、リレーレンズ15、18によって像面26に再結像された共焦点画像を、マウント25を介して取付けたカメラ本体41に合わせ、該カメラ本体41によって撮像することができる。

【0044】しかるに、カメラ本体41での撮影動作を制御するための回路は上述した如くケーブル42で接続された制御ユニット44内に構成されている。また制御ユニット44は、同じく上述した如くケーブル43によって、共焦点ユニット10内の連結シャフト24に連結されたモータ23を回転駆動する図示しないモータ駆動回路と、ピンホールディスク11及び集光ディスク12の回転位置を検出する回転センサ22とにそれぞれ接続されており、モータ23の回転位置を回転センサ22で検出しながらモータ23とカメラ本体41をそれぞれ制御している。

【0045】回転センサ22は、ピンホールディスク11の回転位置、特にピンホールパターン上に形成されたスキントラックの始点、終点を検出してトリガ信号を生成する。

【0046】なお、制御ユニット44には露光を指示するための露光ボタン45、撮影モードを切替設定するためのモード切替ボタン46、連続的に変化する制御量を調整するためのコントロールノブ47の各種操作スイッチと、露光時間を表示するための例えば液晶表示パネルとなるディスプレイパネル48とを備えている。

【0047】次いで図2により上記制御ユニット44とカメラ本体41、共焦点スキャナユニット10に備えられる電子回路の構成について説明する。カメラ本体41内の測光回路51で得られた測光信号は、ケーブル42を介して制御ユニット44内の露光時間演算回路52に取込まれる。露光時間演算回路52では、この測光信号により露光時間を算出し、露光時間表示回路53を介して上記ディスプレイパネル48（図1参照）で表示出力させる一方、露光時間信号を露光制御回路54へ出力する。

【0048】この露光制御回路54は、ここでは図示しないが上記モード切替ボタン46、コントロールノブ47（図1参照）の操作信号を直接入力するもので、測光モードの設定、感度設定、露出補正量の設定などを行なうことができるが、その説明は本発明に直接関係ないので省略する。

【0049】しかして露光制御回路54は、露光時間演算回路52からの露光時間信号に従い、露光ボタン45からの操作信号に対応してカメラ本体41内の電子シャッタ55に露光開始信号及び露光終了信号を送出して開閉駆動し、露光を制御する。

【0050】ここで、上記露光開始信号は、正確にはユーザの操作した露光ボタン45の信号に直接対応するものではなく、共焦点スキャナユニット10内の回転センサ22による検出信号からスキントラック始点終点判別回路56が発生させたスキントラック始点トリガ信号と共にアンド回路57に入力されその出力に対応するようにすることで、ディスクスキャナの上記ピンホールディスク11上に形成されたピンホールパターンのスキ

ントラックの始点と同期して露光が開始されるように制御される。

【0051】また、共焦点スキャナユニット10内の回転センサ22の検出出力により上記スキントラック始点終点判別回路56は、上記スキントラック始点トリガ信号と同様に、ディスクスキャナのピンホールディスク11上に形成されたピンホールパターンのスキントラックの終点と同期した、スキントラック終点トリガ信号も生成し、これらを共に回転周期演算回路58に送出している。

【0052】回転周期演算回路58はこれらの信号により、ディスクスキャナが1回転に要する時間を算出してそれを表す回転周期信号を作成し、比較回路59に出力している。

【0053】比較回路59では、この回転周期信号を上記露光時間演算回路52から送られてくる露光時間信号と比較し、その差信号をモータ制御回路60に出力する。モータ制御回路60は、この比較回路59から送られてくる差信号により上記モータ23の回転駆動を行なうモータ駆動回路61を制御する。

【0054】このような構成にあって、比較回路59を用いて露光時間と回転周期との差信号を生成してモータ制御回路60に送出することで、モータ制御回路60が上記電子シャッタ55による露光時間とモータ23の回転周期とが一致するようにモータ駆動回路61に対して制御を行なう。

【0055】このようなフィードバック制御ループを構成することにより、露光時間と回転周期とを常に正確に一致させ、かつ、露光開始のタイミングをスキントラック始点トリガ信号と連動させるので、結果として、露光終了のタイミングもスキントラック終点トリガ信号と同期させることができる。

【0056】なお、図示はしていないが、回転周期信号逓倍回路を回転周期演算回路58と比較回路59の間に配設し、回転周期演算回路58の出力する回転周期信号を逓倍して比較回路59へ送出することによって、露光時間内のディスク回転数を1回転、2回転、……と整数比で増大させて、露光時間が数秒のオーダーとなって長引く場合にもディスクスキャナの回転数を極端に下げることなく露光とスキャナ回転位置の同期をとることも可能である。

【0057】このように本実施の形態にあっては、露光の開始、終了の各タイミングをディスクスキャナの回転位置と同期させて制御し、且つ露光時間内のディスクの回転総数を一定に保ち、明るい標本では回転速度を速く、暗い標本では回転速度を遅くするように制御することによって、標本の明るさによって露光時間が広い範囲に渡って変化することがあっても、ディスクスキャナに形成されているピンホールパターンによる縞状のノイズの発生を抑制し、高画質の静止画撮影を可能とすること

ができる。

【0058】(第2の実施の形態)以下本発明を正立型顕微鏡及び写真撮影装置を含む共焦点顕微鏡用撮影装置に適用した場合の第2の実施の形態について説明する。

【0059】なお、その光学系の構成については上記図1で示したものと同様であるものとし、同一部分は同一符号を用いることとしてその図示及び説明は省略する。また、図3は制御ユニット44とカメラ本体41、共焦点スキャナユニット10に備えられる回路構成を示すものであるが、基本的には上記図2で示したものと同様であるので、やはり同一部分には同一符号を付してその説明は省略する。

【0060】しかして、本実施の形態にあつては、上記カメラ本体41を使用せず、接眼レンズ21よりユーザが肉眼で目視観察する場合、及びカメラ本体41に代えてここでは図示しないビデオカメラ装置を装着した場合は、当該ビデオカメラ装置から垂直同期信号と同等のビデオ同期信号が図示しないケーブルを介して制御ユニット44内に入力されるものとする。

【0061】この入力されたビデオ同期信号は定速モード制御回路62に取込まれる。この定速モード制御回路62は、ビデオ同期信号の入力に同期してビデオレート(約30Hz)相当の定速回転周期信号を生成し、切換回路63へ出力する。

【0062】切換回路63は、この定速回転周期信号と比較回路59の出力する差信号のいずれか一方を露光制御回路54からの露光開始信号により切換選択して上記モータ制御回路60へ出力する。

【0063】また、上記露光制御回路54との電子シャッタ55の間には遅延回路64が配設され、適宜時間差をもって露光制御回路54からの露光開始信号及び露光終了信号を電子シャッタ55へ伝達する。

【0064】上記のような構成にあつて、ビデオカメラ装置を装着せず、写真(静止画像)を撮影するものとしてカメラ本体41を装着している場合には、測光回路51での測光動作により露光時間演算回路52から露光制御回路54に露光時間信号が入力されるため、露光制御回路54はその露光時間信号に相当する露光開始信号及び露光終了信号を切換回路63と遅延回路64を介して電子シャッタ55とに出力する。このとき、遅延回路64では遅延動作を行なわない。

【0065】切換回路63は、比較回路59からの該信号により比較回路59が出力する差信号を選択してモータ制御回路60へ送出するもので、その動作は上記第1の実施の形態で説明した場合と同様である。

【0066】一方、上記カメラ本体41を装着せず、上記ミラー17を光路から抜き出して接眼レンズ21によりユーザが肉眼で標本1の目視観察を行なう場合、定速モード制御回路62はビデオ同期信号が入力されてい

ないために、同期のとられていない予め設定した定速、例えば後述するビデオカメラ装置との互換性を図ったビデオレート(約30Hz)相当の毎秒約30回転の定速回転周期信号を生成し、切換回路63へ出力する。

【0067】このとき、カメラ本体41が装着されていないために露光制御回路54には露光時間信号が入力されず、したがって露光制御回路54は露光開始信号及び露光終了信号を出力することができない。

【0068】切換回路63は、露光制御回路54からの信号がないことにより定速モード制御回路62からの定速回転周期信号を選択してモータ制御回路60に供給する。その結果、モータ制御回路60は該定速回転周期信号に応じてモータ駆動回路61によりモータ23を定速で回転させ、ユーザは接眼レンズ21により標本1の目視観察を安定した状態で行なうことができるようになる。

【0069】また、上記ミラー17を光路上に挿入し、上記カメラ本体41に代えてビデオカメラ装置を装着して、そのビデオ同期信号を定速モード制御回路62に入力した動画像の撮影を行なう場合、定速モード制御回路62は入力されているビデオ同期信号に同期してビデオレート(約30Hz)相当の毎秒約30回転の定速回転周期信号を生成し、切換回路63へ出力する。

【0070】このとき、カメラ本体41が装着されていないために露光制御回路54には露光時間信号が入力されず、したがって露光制御回路54は露光開始信号及び露光終了信号を出力することができない。

【0071】切換回路63は、露光制御回路54からの信号がないことにより定速モード制御回路62からのビデオ同期信号に同期した定速回転周期信号を選択してモータ制御回路60に供給する。その結果、モータ制御回路60は該定速回転周期信号に応じてモータ駆動回路61によりモータ23を定速で回転させ、該ビデオカメラ装置とディスクスキャナの回転周期とを同期させて動画像の撮影を行なわせることができるようになる。

【0072】このように、ユーザが目視観察を行なう場合、及びカメラ本体41に代えてビデオカメラ装置を装着して動画像の撮影を行なう場合にはディスクスキャナを回転駆動するモータ23を定速回転させる一方、カメラ本体41を装着して写真(静止画像)を撮影する場合には、カメラ本体41の電子シャッタ55が開いている露光時間に対応してディスクスキャナの回転総数が維持されるようにモータ23の回転速度を広い範囲に渡って可変制御するように、モータ23の回転速度をその時々によって切換制御している。

【0073】なお、上記露光制御回路54からの露光信号を遅延回路64を介して遅延して電子シャッタ55に供給するものとして説明したが、これはモータ23の回転速度を定速のモードから露光時間に連動した撮影モードへと移行する際のタイムラグを吸収し、モータ23の

回転速度が露光時間と連動するようになってから電子シャッタ55を動作させるためであって、その遅延時間はシステムの応答系に応じて可変設定することが可能であるものとする。

【0074】また、上記切換回路63を切換制御するための信号を露光制御回路54の出力する露光信号を用いるものとして説明したが、これに代えて、ミラー17を配置していた位置に検出センサを設け、このセンサの信号と上記ビデオ同期信号の入力の有無を勘案するものとし、例えばミラー17が光路上にない場合は目視観察、ミラー17が光路上にあってビデオ同期信号が入力されていない場合はカメラ本体41による写真（静止画像）の撮影、ミラー17が光路上にあってビデオ同期信号も入力されている場合はビデオカメラ装置による動画の撮影であるとして、モータ制御回路60に与える回転周期信号を切換えるようにしても良い。

【0075】（第3の実施の形態）以下本発明を正立型顕微鏡及び写真撮影装置を含む共焦点顕微鏡写真撮影装置に適用した場合の第3の実施の形態について説明する。

【0076】なお、その光学系の構成については上記図1で示したものと同様であるものとし、同一部分は同一符号を用いることとしてその図示及び説明は省略する。また、図4は制御ユニット44とカメラ本体41、共焦点スキャナユニット10に備えられる回路構成を示すものであるが、基本的には上記図2で示したものと同様であるので、やはり同一部分には同一符号を付してその説明は省略する。

【0077】しかして、本実施の形態にあつては、比較回路59'に対して回転速度リファレンス回路65からモータ23の回転周期の上限値を示す回転周期リミット信号を入力できるようにし、この比較回路59'から出力される信号を受けたレーザ強度制御回路66が適宜顕微鏡にレーザ強度制御信号を出力し、レーザ光源から発振出力されるレーザ光の強度を抑制させるものである。

【0078】上記のような構成にあつて、上述した如く回転速度リファレンス回路65は、モータ23の回転速度の上限値に相当する回転周期リミット信号を常時比較回路59'に対して出力する。

【0079】比較回路59'では、まず回転周期演算回路58からの回転周期信号と回転速度リファレンス回路65からの回転周期リミット信号を比較する。ここで回転周期リミット信号が回転周期信号よりも大きい場合、すなわち、ディスクスキャナの回転速度が上限値を超えていない場合には、比較回路59'は回転周期信号と露光時間演算回路52からの露光時間信号を比較しながら回転周期演算回路58からの回転周期信号が露光時間信号に一致するようにモータ23を制御するもので、その場合の動作は上記図2で説明した場合とまったく同一である。

【0080】また、回転速度リファレンス回路65からの回転周期リミット信号が回転周期演算回路58からの回転周期信号よりも小さい場合、すなわち、ディスクスキャナの回転速度が上限値を超えている場合には、比較回路59'はレーザ強度制御回路66へ制御信号を出力し、レーザ強度制御回路66が顕微鏡に対して出力するレーザ強度制御信号の内容値を小さくさせる。

【0081】このレーザ信号制御信号は、図示しないレーザ光源に接続されており、上記図1において集光ディスク12へ入射するレーザ光の強度を制御するもので、レーザ強度制御信号の内容値に比例して発振するレーザ光の強度を加減制御することができる。

【0082】以上のような制御動作を行なうことによって、回転速度リファレンス回路65の出力する回転周期リミット信号が回転周期演算回路58の出力する実際の回転周期信号よりも小さい場合、すなわち、ディスクスキャナの回転速度が上限値を超えている場合に、顕微鏡側のレーザ光強度を下げて、ディスクスキャナの回転速度に比して明かる過ぎる共焦点顕微鏡の画像を暗くする。

【0083】このような制御方法により、カメラ本体41内の測光回路51からの測光信号に応じて露光時間演算回路52から出力される露光時間に反映され、電子シャッタ55での露光時間が伸びることになる。その結果、比較回路59'によりモータ23のモータ回転速度を制御するフィードバック制御ループが回復し、露光時間に合わせてモータ23の回転周期を伸ばすように制御される。

【0084】結果として、ディスクスキャナの回転速度が上限値を超えている場合には、比較回路59'が回転速度リファレンス信号と回転周期信号との比較結果に基づいて顕微鏡側のレーザ強度を下げることによって、露光時間信号の内容を長くし、ディスクスキャナの回転速度が上限値を超えない状態にして露光時間と回転周期の関係を一定に保ちながら制御を続けることができる。

【0085】なお、ディスクスキャナを回転駆動するモータ23の回転速度の上限値は、例えば、モータ23のオーバーヒート、電気系、機械系の各構成部品を過度の高速回転による破壊や寿命の短縮などから保護するなど、メンテナンス上の用途のために設定することで、その効果を発揮することができる。

【0086】また、該回転速度の過度な上昇に伴うスキャナの追従遅れや機械的な振動の増大は、共焦点顕微鏡における画質の劣化を招くことになるため、画質維持の目的からもモータ23の回転速度の上限値を設定することが有効である。

【0087】この場合、必要とされる画質は顕微鏡の対物レンズ2の倍率設定や標本1の明るさなど、光学系の使用条件やカメラ本体41の感度設定などの装置条件によっても異なる。

【0088】本実施の形態においては、図1の制御パネル44のモード切換えボタン46、コントロールノブ47による操作入力にしたがって、回転速度リファレンス回路65から比較回路59'へ送出される回転周期リミット信号の内容を光学系の使用条件や目標とする画質レベルに基づいた最適値にセットするよう構成することも充分可能である。

【0089】これにより、使用条件に合致したディスクスキヤナの回転速度を維持しながら露光時間とディスクスキヤナの回転周期とを一致するように制御させることができる。

【0090】なお、上記実施の形態においては、ディスクスキヤナの回転速度の上限に関する制御についてのみ行なうものとして説明したが、ディスクスキヤナ回転速度の下限に関する制御を行なうものとしても同様に適用可能であることは言うまでもない。これはすなわち、ディスクスキヤナの回転速度が遅すぎ、回転周期が所定の値より長すぎる場合に顕微鏡側で発振出力されるレーザー光の強度を上げる制御を行なって、ディスクスキヤナの回転速度を上げるように制御するものである。

【0091】また、本実施の形態では、レーザー光の発振強度を電気的に制御する場合を示したが、顕微鏡の光路内に複数のNDフィルタを選択的に切換えて挿入する機構を電動化するなどの手段により、顕微鏡の光学系の明るさを調整することによっても同様の効果を奏することができる。

【0092】さらに本実施の形態で制御を行なう対象は、顕微鏡の光学系の明るさに限定されず、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値であってもよい。この場合、例えば回転速度リファレンス回路65の出力する回転速度リファレンス信号と回転周期演算回路58の出力する回転周期信号の比較結果に基づいて、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値を変更することで、露光時間演算回路52で算出される露光時間の長短を変更設定することもでき、これによりディスクスキヤナの回転速度が上限値及び下限値で規定される範囲を外れない状態を維持したまま、必ずしも顕微鏡の光学系の明るさを変更せずとも、露光時間と回転周期の関係を一定に保ちながら制御を続行することも可能となる。

【0093】以上、レーザー光強度の調整、NDフィルタの挿抜切換え、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値の変更など、顕微鏡や写真撮影装置に対して各種の調整、制御を自動的に行なう場合を説明したが、これらの制御ユニットを図1に示した機械、光学系の構成に加えると、全体としての装置が複雑化し、製造コストが高くなるという虞がある。

【0094】また、手動操作を前提とした通常の顕微鏡に対して、共焦点スキヤナ、写真撮影装置の追加装着を行なう場合には、必ずしも適用できないという不具合がある。

【0095】これらを解決するための構成として、比較回路59'の出力信号を制御信号として用いずに、図1に示すディスプレイパネル48へのメッセージ表示を行ない、操作設定条件の変更をユーザに推奨または警告し、ユーザの手動操作によって上述したような自動制御を代行させることも可能である。

【0096】この場合、本実施の形態の比較回路59'の出力信号をモニタしながらユーザに適切な情報提供を行ない、ユーザが最適設定条件を見出すことが容易になっている。

【0097】したがって、電動機構による自動制御を必ずしも行なわなくても、ユーザの操作性が改善されることは言うまでもない。また、本実施の形態においては、ディスクスキヤナの回転速度が上限値及び下限値の少なくとも一方で規定される範囲を超えないようにする制御について説明したが、スキヤナの最適回転速度に相当するリファレンス信号を用いることで、スキヤナの回転数を最適状態で維持するように、顕微鏡光学系の明るさ、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値などを制御するものとしてもよい。

【0098】(第3の実施の形態の変形例)次に上記第3の実施の形態の変形例について説明する。図5は上記図4に代わる制御ユニット44とカメラ本体41、共焦点スキヤナユニット10に備えられる回路構成を示すもので、基本的には上記図4で示したものと同様であるので、やはり同一部分には同一符号を付してその説明は省略する。

【0099】しかし、比較回路59'の出力をレーザー強度制御回路66にのみ接続し、モータ制御回路60へは供給しない構成とする。この場合、モータ23とモータ駆動回路61はフィードバック制御ループを構成しておらず、モータ23の回転数に対して露光時間が合致するように、顕微鏡側の光学系の明るさ、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値などの設定値を制御させる。

【0100】このような構成にあつては、モータ23の回転数を制御するためのフィードバック制御ループを形成する必要がなくなるため、モータ23を一定の回転速度を維持した状態で連続して回転駆動すればよく、モータ23及びモータ駆動回路61として回転速度の制御機能を持たない安価な部品を採用することができ、ディスクスキヤナの回転駆動系の製造コストを下げることができる。

【0101】以上の第3の実施の形態の変形例においても、比較回路59'の出力により制御する対象を、上記第3の実施の形態の説明と同様に、顕微鏡のレーザー光源の強度に限ることなく、NDフィルタなど光学系の明るさを制御する代替機能に代用させてもよいし、写真撮影装置の露出補正量や感度設定値などの設定値を制御して露光時間を変えるようにしてもよい。

【0102】尚、上記第1乃至第3の実施の形態にあつ

ては、図1のようにマイクロレンズを設けた集光ディスク12とピンホールディスク11を連結させたディスクスキャナによる光学系に適用した場合を例示したが、本発明は集光ディスク12の有無に限定されずに適用することが可能である。

【0103】また、図1におけるダイクロイックミラー13をハーフミラーや偏向ビームスプリッタなどの光路分割素子に置換することにより、標本1の反射像を観察する反射型共焦点顕微鏡を構成してこれに適用したものとすることも充分可能である。

【0104】さらに、測光回路51をカメラ本体41の内部にあるものとして説明したが、測光光路及び測光回路51は標本1から像面26までの光路の適当な位置から光路分割素子や移動ミラーを用いて分岐した構成とすることも可能である。

【0105】また、上記第1乃至第3の実施の形態では、説明を簡略化するために測光信号を記憶するための記憶回路を省略し、測光しながら制御を行なうものとして回路動作を説明したが、測光回路の信号を一時記憶しておく記憶回路を設け、測光と露光とを別々のタイミングで行なうことも可能である。

【0106】これは例えば、標本1から像面26までの光路の適当な位置にミラーを一時的に挿入して測光光路を分岐して測光し、その結果を記憶し、その後に該ミラーを光路から除いた状態で、記憶した測光結果に基づいた撮影を行なうことも可能である。

【0107】また、写真撮影装置としては、銀塩写真を撮影するためのカメラのみならず、CCDなどの半導体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラを用い、まず、半導体撮像素子で露光、撮影条件を決定するための予備露光を行なって露光時間を決定する場合に、予備露光の結果に基づいて測光信号をセットし、それをディスクスキャナの回転制御に用いることもできる。

【0108】さらに、上記図2乃至図5における電子シャッター55としては、光路を機械的に閉開する機械的、光学的なものに限定されるわけではなく、CCDなどの半導体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラにおける撮像素子からの電荷の読み込みなど、半導体撮像素子の電氣的なスイッチングによるものを包括するものであることは言うまでもない。

【0109】また、上記各実施の形態で説明した構成は、例えば赤／緑／青(RGB)3つのレーザ波長による照明を順次切換えて撮影し、各色の撮影画像を重ねあわせるようなカラー撮影の制御に対しても各々の撮影時の露光／回転の制御手法として適用することができる。

【0110】同様に、医学生物学用途において、細胞を複数の蛍光色素で染色した標本に対し、レーザ光や上記図1のダイクロイックミラー13の分光特性を変更しながら多重露光する用途(多波長励起、多波長蛍光)においても、各々の撮影時の露光／回転の制御手法として適

用することができる。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲内で種々変形して実施することが可能であるものとする。

【0111】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、標本の明るさによって露光時間が変化することがあっても、露光時間内のディスクの回転総数を一定に保つように制御することにより、露光の開始、終了のタイミングとディスク回転位置との同期を合わせ、露光の開始、終了時のディスクパターンの位置をスキャントラックパターンの始点、終点に保つことができるので、ピンホールパターンによる縞状のノイズの発生を抑制し、高画質の静止画撮影が可能となる。

【0112】請求項2記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、撮影装置の露光状態や撮影、観光学路の切換え状態など、写真撮影、目視観察、ビデオ撮影など、ユーザの使用条件に応じて最適なディスクスキャナの回転制御を行なうことができる。

【0113】請求項3記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果に加えて、ディスクスキャナの回転速度がリミット値を超える場合には共焦点顕微鏡及び撮影装置の少なくとも一方の設定を変更してディスクスキャナの回転速度がリミット値を超えないように制御しながら、露光時間と回転周期の関係を維持し続けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光学系の構成を示す図。

【図2】同実施の形態に係る回路構成を示すブロック図

【図3】第2の実施の形態に係る回路構成を示すブロック図

【図4】第3の実施の形態に係る回路構成を示すブロック図

【図5】第3の実施の形態に係る変形例の回路構成を示すブロック図

【図6】従来のディスクスキャナを用いた共焦点顕微鏡で動画像を撮像するための回路構成を示す図。

【図7】従来のディスクスキャナを用いた共焦点顕微鏡で動画像を撮像するための回路構成を示す図。

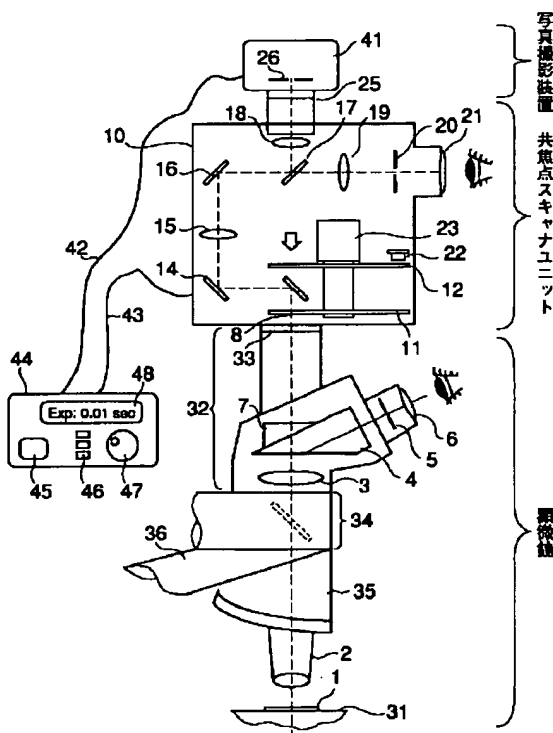
【符号の説明】

- 1…標本
- 2…対物レンズ
- 3…結像レンズ
- 4…30度プリズム
- 5…像面
- 6…接眼レンズ
- 7…円筒プリズム
- 8…像面
- 10…共焦点スキャナユニット
- 11…ピンホールディスク

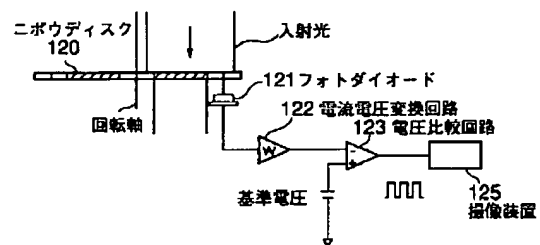
- 12…集光ディスク
- 13…ダイクロイックミラー
- 14…ミラー
- 15…リレーレンズ
- 16…ミラー
- 17…ミラー
- 18…リレーレンズ
- 19…リレーレンズ
- 20…像面
- 21…接眼レンズ
- 22…回転センサ
- 23…モータ
- 24…連結シャフト
- 25…マウント
- 26…像面
- 31…ステージ
- 32…三眼鏡筒
- 33…撮像素子取付けマウント
- 34…落射投光管
- 35…対物変換レボルバ
- 36…アーム
- 41…カメラ本体

- 42, 43…ケーブル
- 44…制御ユニット
- 45…露光ボタン
- 46…モード切換ボタン
- 47…コントロールノブ
- 48…ディスプレイパネル
- 51…測光回路
- 52…露光時間演算回路
- 53…露光時間表示回路
- 54…露光制御回路
- 55…電子シャッタ
- 56…スキントラック始点終点判別回路
- 57…アンド回路
- 58…回転周期演算回路
- 59, 59'…比較回路
- 60…モータ制御回路
- 61…モータ駆動回路
- 62…定速モード制御回路
- 63…切換回路
- 64…遅延回路
- 65…回転速度リファレンス回路
- 66…レーザ強度制御回路

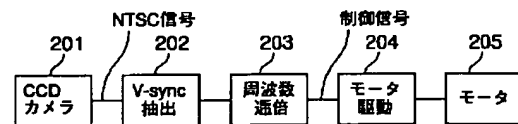
【図1】



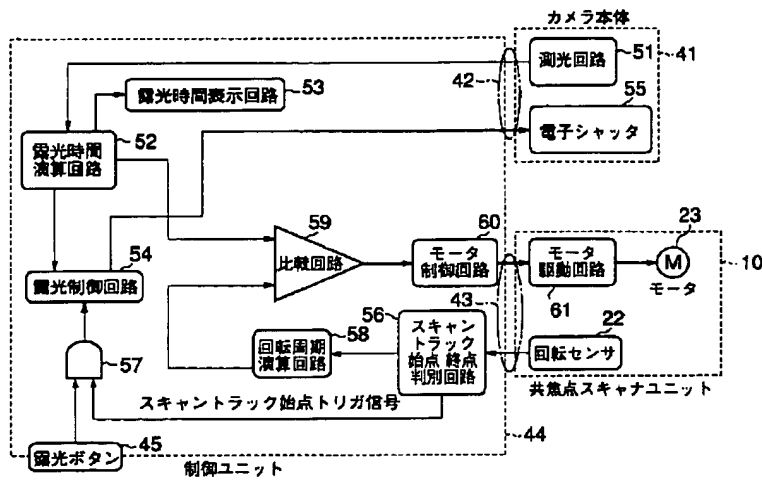
【図6】



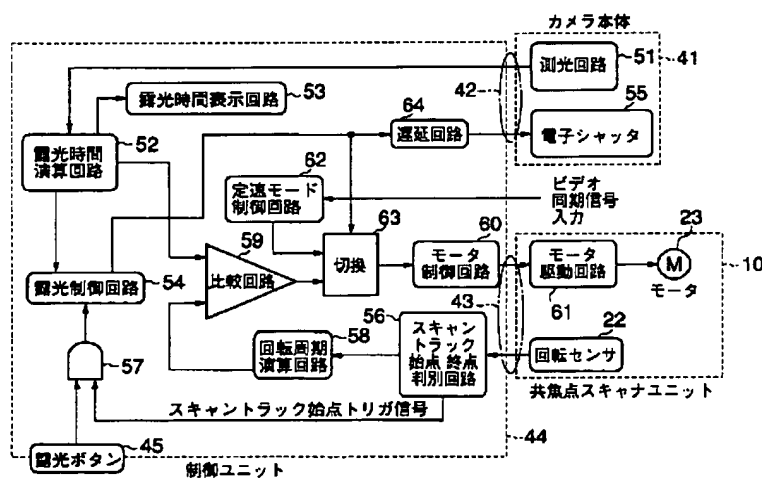
【図7】

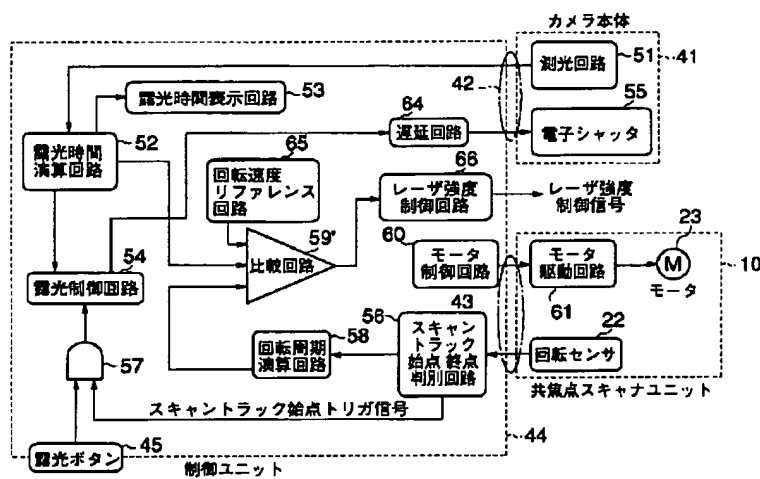


【図2】



【図3】





Fターム(参考) 2F065 AA51 CC16 DD03 DD04 FF04
GG04 HH04 JJ03 JJ12 JJ26
LL02 LL12 LL20 LL24 LL30
LL46 LL65 MM16 NN00 NN02
PP24 QQ25 SS13 UU06
2H052 AA08 AA09 AB10 AB21 AB25
AC04 AC15 AC28 AC34 AD32
AD34 AF14
5C022 AA08 AA13 AB17 AC00 AC52
AC69 AC74